

Vulnerabilidad territorial y demográfica en España. Posibilidades del análisis multicriterio y la lógica difusa para la definición de patrones espaciales

*Olga de Cos Guerra**, *Pedro Reques Velasco***

Recibido: 22 de febrero de 2019

Aceptado: 02 de octubre de 2019

RESUMEN:

Este trabajo analiza la relación entre los patrones espaciales de la vulnerabilidad territorial y de la vulnerabilidad demográfica en España. Se desarrolla, con este fin, un modelo SIG basado en la lógica difusa y la evaluación multicriterio, que pone de relieve las distintas gradaciones espaciales existentes en relación a estos dos tipos de vulnerabilidad. El artículo, de marcado enfoque geodemográfico y técnico, se aborda en un momento estratégico en el que la componente demo-espacial gana importancia progresivamente como objeto de estudio, dada la profundidad y trascendencia de los cambios experimentados por la población a cualquier escala a la que éstos se aborden, hecho al que se suma en España la preocupación por la sostenibilidad económica y ambiental de los territorios afectados por el proceso de despoblación. De otra parte, el artículo pretende ofrecer una alternativa metodológica que dé respuesta a la simplificadora y común propuesta de analizar el tema de los desequilibrios territoriales a partir tan solo de la población y de la superficie geográfica.

PALABRAS CLAVE: Sistemas de Información Geográfica, Evaluación Multicriterio, Lógica difusa, Vulnerabilidad.

CLASIFICACIÓN JEL: C21, J11, R23.

Territorial and demographic vulnerability in Spain. The opportunities of the multicriteria method in the definition of spatial patterns

ABSTRACT:

This paper is focused on the relations between the spatial patterns of territorial and demographic vulnerabilities in Spain. To aim this goal, the study is based on a GIS model of fuzzy logic and multicriteria evaluation, which highlights the spatial gradation of vulnerabilities. The article shows a strategic geodemographic approach, which is addressed at the importance of studying the population, because of the transcendence and implications of the changes experienced by the demo-spatial component at any scale. Furthermore, the study aims a research contribution in the concern that exists in Spain related to the sustainability of certain territories. On the other hand, the article proposes a methodological alternative to analyze the issue of territorial imbalances based not only on the population, but also on the geographical area.

KEYWORDS: Geographic Information Systems, Multicriteria evaluation, Fuzzy logic, Vulnerability.

CLASIFICACIÓN JEL: C21, J11, R23.

* Universidad de Cantabria. Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. olga.decos@unican.es

** Universidad de Cantabria. Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. pedro.reques@unican.es

Autor responsable de la correspondencia: olga.decos@unican.es

1. INTRODUCCIÓN

La dimensión demográfico-territorial gana progresivamente relevancia en los estudios prospectivos y de planificación estratégica. La población, que es el elemento básico de las estructuras territoriales, de la organización social y de la estructura económica, históricamente ha presentado un marcado carácter de variable dependiente en relación a los cambios económico-territoriales (industrialización, crecimiento urbano y metropolitano...) y a las decisiones de política territorial relacionadas con las grandes infraestructuras de transporte, grandes embalses, trasvases, repoblaciones forestales, etc. Estos cambios económicos y estas decisiones de política territorial han generado profundos desequilibrios espaciales que, cual fractal, se reproducen en el territorio español a todas las escalas, determinando tanto la dinámica y la distribución espacial de la población como las características estructurales de ésta. Sin embargo, en las últimas décadas las transformaciones experimentadas por la población en el territorio han sido de tal magnitud y profundidad que podría afirmarse que están convirtiendo a la variable demográfica en causa o factor más que en consecuencia o efecto, siendo esta afirmación especialmente válida y significativa en relación a las áreas más vulnerables demográfica y territorialmente, como son los espacios rurales y, singularmente, los espacios de montaña.

De otra parte, es bien conocido que actualmente existe un destacado interés por detectar y analizar áreas vulnerables en distintos ámbitos y a distintas escalas (Comisión Europea, 2008; Méndez, 2015 y Rodríguez-Domenech, 2016) y desde diferentes dimensiones: socio-demográfica, socio-económica, residencial, percibida o subjetiva (Alguacil *et. al.*, 2014). Si bien las áreas de elevada concentración de habitantes, esto es urbanas, han sido un foco de atención recurrente en los estudios de vulnerabilidad (De Cos y Usobiaga, 2016), recientemente asistimos a una creciente preocupación por las situaciones de vulnerabilidad derivadas de niveles de ocupación tan bajos que hacen de ciertas zonas claros ejemplos de territorios que entran en una trayectoria crítica desde el punto de vista de la sostenibilidad presente y futura tanto en términos demográficos como territoriales (Recaño, 2017). Para ello, resulta clave desentrañar la relación entre territorio y población, incorporando los criterios característicos propios de estos dos elementos desde la perspectiva teórica de la vulnerabilidad.

Sobre esta base teórica, en el presente trabajo se aborda la configuración espacial de la vulnerabilidad territorial y la vulnerabilidad demográfica, a través de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta técnico-metodológica de análisis. Y es que el territorio se comporta de forma gradual en la mayor parte de los procesos que en él tienen lugar. En este sentido, el patrón espacial de la vulnerabilidad también responde a la *lógica difusa o borrosa* (Pászto *et. al.*, 2015) que evita las rupturas categóricas en favor de grados de transición que van marcando el paso de lo más a lo menos vulnerable.

Sobre esta base, el potencial analítico y de gestión de los SIG se pone al servicio de la aplicación de todas las fases que implica el *método multicriterio* con un fin concreto, cual es el de analizar del grado de vulnerabilidad territorial y demográfica en España, a partir de múltiples criterios que se solapan espacialmente evocando a la división vertical propia de la información geográfica.

Esta aportación metodológica parte de la incorporación de una técnica ampliamente desarrollada para la toma de decisiones espaciales (Gómez y Barredo, 2005), que normalmente se ha enfocado hacia la búsqueda de la ubicación idónea para un determinado uso, actividad o servicio. Si bien, en este caso las bases de la evaluación multicriterio se adaptan tanto al fin específico señalado con anterioridad como a los requerimientos metodológicos propios de los SIG, que a través del componente de procedimientos computerizados y de su relación con los otros elementos del sistema (Olaya, 2014) hacen posible su desarrollo empírico.

2. MARCO TEÓRICO. DESPOBLACIÓN RURAL Y ENVEJECIMIENTO: UN ENFOQUE MULTICAUSAL

El envejecimiento de la población y la despoblación, fenómenos que en la mayor parte del mundo rural se superponen, se han convertido en uno de los temas emergentes en las agendas políticas de los países desarrollados y, singularmente, en España. Sin embargo, las variables demográficas no deberían de ser analizadas aisladamente porque aparecen relacionadas intrínsecamente con factores territoriales (Molina, 2019), económicos, sociales o políticos, entre otros. Si bien, de los citados, en este estudio nos centraremos en los geográficos, priorizando la visión comparativa cruzada entre la vulnerabilidad demográfica y la vulnerabilidad territorial.

En relación a la despoblación, junto a las causas demográficas (caída de la natalidad, incremento de la mortalidad por envejecimiento, aumento de la emigración), el peso de los factores económicos es determinante para explicarla (Ayuda *et al.*, 2010). Estos factores caben ser explicados en el contexto de la modernización económica del sector primario, traducida en una disminución de la población ocupada en el sector, que la mecanización hizo posible y a la que se suma la integración vertical de la agricultura (Langreo, 1987) o la integración vertical para la cadena de valor en los agro-negocios (Victoria, 2011).

A estas causas de carácter general, en los países desarrollados se sumaron en el caso de la España de la Dictadura otros factores como la crisis de la minería en diferentes áreas rurales del país, la construcción de embalses de grandes dimensiones (Swyngedouw, 2014¹), las repoblaciones forestales (Gómez y Mata, 1992), que se calcula afectaron a lo largo de la etapa de la Dictadura a casi un 10% de la superficie del territorio nacional, el desarrollo de infraestructuras de transporte (Pérez, 1988) así como líneas eléctricas, agua potable u otros más intangibles -pero no menos condicionantes- como la mayor presión fiscal que históricamente han soportado los espacios rurales (Del Romero, 2018).

La especificidad del espacio rural español es que el proceso de cambio y modernización de las estructuras agrarias -y por tanto la emigración rural- se ha desarrollado más tardíamente que en el resto de Europa, pero se ha producido de forma más intensa y en un periodo más corto: en tan solo dos o tres décadas, desde el Plan de Estabilización de 1959 hasta la Gran Crisis energética y económica de los 70' del pasado siglo XX (De Cos y Reques, 2005; 2006), mientras que en los otros países del continente se prolongó a lo largo de más de una centuria. Estas transformaciones, que han continuado en las últimas décadas, se han traducido en una masiva pérdida de población, esto es, en una despoblación progresiva, que ha impedido asegurar el reemplazo generacional en un cada vez más alto porcentaje de explotaciones agropecuarias, y en consecuencia en la dificultad de mantener la continuidad de éstas como efecto del déficit de población en la llamada generación soporte: 30-49 años (Camarero, 2009). A este hecho se suman el alto grado de envejecimiento del empresariado en el sector primario y densidades por debajo del umbral crítico, cifrable en 8 hab./Km² según Gómez Orea y Gómez Villarino (2013) o en 12,5 hab./Km² según la Comisión Europea (2016).

Todos estos hechos se desarrollan en el contexto de una fuerte dispersión de la población en el territorio y en un débil, frágil y desequilibrado sistema de asentamientos, lo que supone un nuevo problema estructural. Por todas estas razones la despoblación rural (y ligada a ella la sostenibilidad económica y ambiental en una buena parte de la España rural, singularmente en la mayor parte de áreas de montaña) se ha convertido en uno de los temas emergentes, tanto en las preocupaciones políticas y sociales de los países europeos, y singularmente en España, como en la investigación en Ciencias Sociales (Collantes y Pinilla, 2011; Collantes *et al.*, 2014; Del Romero, 2018; CES, 2018, entre otros).

Con ello, la despoblación rural y la vulnerabilidad demográfica y territorial, en su más amplio sentido, son temas relevantes en la actualidad. Tanto es así, que a nivel nacional se ha organizado la Comisión de Despoblación en el marco de la Federación Española de Municipios y Provincias que va

¹ En Del Romero, 2018, p. 147.

avanzando en los rasgos de la España despoblada y en sus condiciones de vulnerabilidad frente al resto del territorio. En este sentido, la Comisión de Despoblación simplifica los rasgos de la España demográficamente vulnerable a partir de los siguientes aspectos, algunos de ellos ya mencionados con anterioridad: densidad, envejecimiento, natalidad y pérdida de población (FEMP, 2017: 10). Sobre esta base, la densidad se puede medir en modelos de densidad focal que superan las variaciones vinculadas al tamaño superficial de la unidad administrativa; el envejecimiento se vincula al índice de envejecimiento y se complementa con un enfoque estructural a través de la proporción de la generación soporte y la TBM; la natalidad se mide directamente según la TBN y, finalmente, la pérdida continuada de población se mide a partir de la tasa de crecimiento medio anual. Estos rasgos resultan claves, como se argumentará posteriormente, en el desarrollo metodológico del presente estudio. Por otro lado, el condicionante territorial tradicionalmente se vincula a condiciones de altitud, pendiente y accesibilidad (CES, 2018), a las que podrían añadirse otras variables como las relativas a las coberturas (Jonard *et al.*, 2009; Reig *et al.*, 2016). En este sentido, hay que tener en cuenta que un aspecto muy ligado a la dinámica de las áreas vulnerables es la presencia de equipamientos y servicios, variable difícil de abordar por la ausencia de fuentes universales en la materia, pero fácilmente inducible a través del poblamiento, y más exactamente de la existencia de núcleos con un tamaño demográfico que garantice la presencia de tales instalaciones.

En este contexto, es precisamente la aceleración del proceso de despoblación lo que hace necesario analizar en profundidad en nuestro país la relación entre vulnerabilidad territorial y vulnerabilidad demográfica, porque serán los espacios más vulnerables territorialmente los que inicien antes y profundicen en mayor medida su proceso de despoblación y de despooblamiento, esto es, lo que explique su vulnerabilidad demográfica, factor éste que condicionará su futuro muy negativamente. En este sentido, la configuración espacial de los patrones de vulnerabilidad territorial y demográfica aportados en el presente artículo se postula como un punto de partida para análisis comparativos e integrados que en un futuro se pudieran derivar a escalas de detalle, sobre cómo la vulnerabilidad territorial y demográfica se relacionan en las distintas áreas del país. En esta fase, sin embargo, se aporta una tabulación cruzada de ambos tipos de vulnerabilidad a nivel municipal que sin servir de análisis causal sí nos permite avanzar en el conocimiento de la vulnerabilidad con la doble perspectiva incorporada.

3. MATERIALES Y MÉTODOS: LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO COMO ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR LOS PATRONES ESPACIALES DE VULNERABILIDAD

El trabajo se apoya fundamentalmente en un variado conjunto de análisis y modelos SIG ampliamente demandantes de datos homogéneos para el conjunto del país, tanto modelados en raster a resolución de 30 metros, como en vectorial referidos a entidades diversas. Así, se trata de un estudio en el que los materiales –entendidos éstos como fuentes de entrada en soporte digital– y los métodos estadísticos avanzados (Ábalos y Paredes, 2014), –implementados mediante SIG– cobran un protagonismo especial.

3.1. LA IMPORTANCIA DE FUENTES CARTOGRÁFICAS DIGITALES PARA LA MODELIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Solo se pueden llevar a cabo estudios geodemográficos si se cuenta con una sólida base de fuentes estadísticas. Sin embargo, los cambios en los proyectos censales, las restricciones derivadas de la *Ley de protección de datos* y la menor disponibilidad de información estadística cuanto mayor detalle tenga la entidad espacial de referencia, son factores que con frecuencia ejercen un efecto disuasorio en el planteamiento de estudios aplicados a escalas de detalle.

Así, se puede considerar que en España la mayor limitación de las fuentes para el estudio de la despoblación rural radica en la ausencia de información estadística para el análisis geodemográfico a micro-escala (incluida la escala municipal) para periodos anteriores a 1991 y posteriores al *Censo de Población*

de 2001, así como la fiabilidad de las fuentes y la insuficiencia de éstas para el cálculo de las poblaciones flotantes y/o estacionales, en definitiva, para analizar el uso temporal del territorio (García y Sánchez, 2001; Goerlich & Mas, 2008; Franch *et al.*, 2013).

Frente a esta situación, en el presente estudio se apuesta por el uso en profundidad de las fuentes cartográficas, disponibles en formato SIG, que cuentan con elevado potencial para trabajos como el que nos ocupa. Así, debemos aprovechar las oportunidades derivadas de la Directiva Europea Inspire (*Directive*, 2007) y las órdenes ministeriales de Fomento 956/2008 y 2807/2015 por la apertura que han supuesto estos hitos normativos para el acceso a bases cartográficas oficiales en soporte digital.

Tanto es así, que el estudio de la vulnerabilidad territorial se aborda íntegramente a partir de la consideración de fuentes cartográficas. Estas fuentes son claves para analizar aspectos relacionados con la orografía y la accesibilidad, que son las dos esferas fundamentales consideradas por su vinculación a las diferentes circunstancias de vulnerabilidad territorial.

La orografía se analiza a partir del *Modelo Digital del Terreno* producido por la NASA (USA), a partir de datos del Satélite Aster, con una resolución de 30 metros. Los datos originales en ocho cuadrantes son sometidos a un proceso de combinación raster y a una reproyección del EPSG 4326 al 25830.

Por su parte, la accesibilidad se analiza a partir de modelos de distancias euclídeas a los distintos elementos de intercomunicación del territorio, como son, autopistas y autovías, carreteras nacionales y estaciones de ferrocarril. La fuente principal para identificar la ubicación de estas infraestructuras es la *Base Cartográfica Numérica 1/200.000* producida por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y distribuida a través del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Las capas originales han sido sometidas a filtros y operaciones de unión. Del mencionado servidor procede también el *Nomenclátor*, ligado al *Padrón Continuo* por unidad poblacional –que permite aislar los núcleos a partir de cierto umbral, en este caso los 10.000 habitantes– como referencia clave para garantizar la concentración potencial de actividades, equipamientos y servicios a la población residente en las proximidades. Asimismo, se incorporan datos procedentes de *Padrones Municipales de Habitantes* y *Movimiento Natural de Población*, producidos por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

3.2. EL MÉTODO MULTICRITERIO Y LA LÓGICA DIFUSA PARA LA SUPERACIÓN DE RUPTURAS CATEGÓRICAS EN EL ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD

La evaluación multicriterio, como método orientado inicial y genéricamente a la toma de decisiones espaciales (Gómez y Barredo, 2005), se incorpora a este trabajo con adaptaciones puntuales metodológicas por el cambio de finalidad, donde los factores no son condicionantes sino rasgos de vulnerabilidad y las restricciones tan sólo se materializan en el límite del ámbito de estudio. La implementación del método multicriterio y la lógica difusa mediante SIG presentan un elevado potencial para el fin que nos ocupa, en cuanto que permiten modelizar la vulnerabilidad tanto de forma genérica como específica -teniendo en consideración la dualidad de enfoques de vulnerabilidad referidos en el presente estudio-; así la apuesta metodológica contribuye a acotar espacialmente y profundizar cuantitativamente en los distintos grados de vulnerabilidad.

3.2.1. POSIBILIDADES Y PROCEDIMIENTOS DEL MÉTODO MULTICRITERIO PARA EL ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD

La modelización de la vulnerabilidad a través de la modalidad multicriterio de combinación lineal ponderada (*WLC- Weighted Linear Combination*) contribuye decisivamente a poner de relieve el modelo espacial graduado de vulnerabilidad territorial y demográfica a nivel nacional, sobre la base de los principios de una ausencia de límites categóricos y de la necesaria combinación y compensación de factores mediante el establecimiento de un sistema de pesos expresados en tantos por uno.

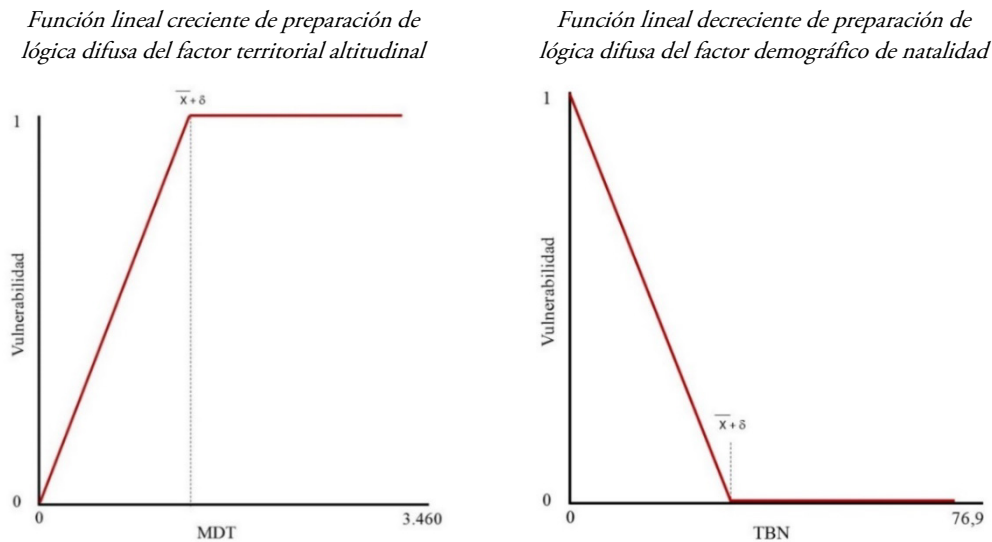
Esta modalidad multicriterio es una de las más extendidas y en ella cobra especial importancia el proceso de compensación de criterios, a través del cual un elevado peso de un factor implicaría una mayor influencia de ese rasgo en el modelo de vulnerabilidad final. Además, hay que precisar que a través de la compensación, los píxeles no vulnerables en alguno de los factores (valor estandarizado 0) no quedan excluidos si tienen nivel de vulnerabilidad importante en otros factores de elevado peso relativo, lo que supone una ventaja adicional importante para evitar la pérdida de matices e información.

Por otro lado, en esta presentación metodológica inicial hay que precisar que una de las fases claves de la evaluación multicriterio –directamente ligada a la ausencia de rupturas bruscas en el territorio- es la adaptación y estandarización de cada variable en función de los principios de la lógica difusa. El principio básico subyacente en la lógica difusa presenta una realidad gradual donde el comportamiento de las variables no es binario (0 ó 1) sino que es difuso, borroso o gradual; esto es, aporta valores numéricos reales intermedios entre un nivel de vulnerabilidad nulo (0) que irán ganando intensidad hasta un valor de vulnerabilidad máximo (1). Así, con independencia de los rangos de partida de las capas incorporadas al modelo multicriterio, todos los factores son estandarizados en capas de pertenencia difusa, escalados entre 0 (no vulnerable) y 1 (vulnerabilidad máxima).

Para la preparación de conjuntos difusos a partir de los factores originales se incorpora la herramienta *Fuzzify*, desarrollada en el entorno del programa SIG libre QGIS², con la cual se toman como referencia funciones de pertenencia difusa de tipo lineal y puntos de control variables basados en criterios homogéneos, estimados a partir de las estadísticas de capa (valores medios y desviaciones típicas), siendo la mayor parte de las funciones crecientes (esto es, a mayor valor de la variable mayor vulnerabilidad), excepción hecha de los factores de vulnerabilidad demográfica correspondientes a ocupación del territorio, potencial demográfico, natalidad y evolución de la población.

FIGURA 1.

Esquemas ilustrativos de las funciones de pertenencia difusa empleadas en la estandarización de los factores



Fuente: Elaboración propia.

² A pesar de que este método está disponible en distintos programas SIG, se ha optado por el software libre QGIS y por el complemento denominado *Easy AHP* (*Analytic Hierarchy Process*), que permite la comparación por pares para la estimación de pesos y la combinación lineal ponderada (WLC).

Con esta aplicación de funciones de pertenencia difusa se consigue establecer un sistema de estandarización basado en criterios homogéneos, dado que las variables originales se expresan en unidades de medida diferentes, con rangos bien distintos y con una amplia gama de posibilidades de interpretación en función de la representatividad o adecuación para un objetivo concreto (Eastman, 1999).

3.2.2. ELECCIÓN DE FACTORES Y ESTABLECIMIENTO DE PESOS RELATIVOS

Como en todo análisis multivariante la fase de elección de factores resulta clave y ésta debe apoyarse necesariamente en los correspondientes análisis estadísticos exploratorios previos, a partir de la matriz de correlaciones, índices de autocorrelación espacial y representación de patrones espaciales, para posteriormente sobre esa base proceder a la exploración factorial y modelización de dos tipos de vulnerabilidad: por un lado, la *vulnerabilidad territorial* (Cuadro 1), sustentada en seis factores vinculados a la orografía y la accesibilidad y, por otro, la *vulnerabilidad demográfica* (Cuadro 2) apoyada en seis criterios sobre estructura y dinámica de la población.

CUADRO 1.
Factores de vulnerabilidad territorial

Temática	Factor	Variable
Orografía	Altitud	Modelo Digital de Elevaciones (m)
	Pendiente	Modelo Digital de Pendientes (grados)
Accesibilidad	Por autopista y autovía	Modelo de distancia euclídea a los tramos de autopistas y autovías (m)
	Por carretera nacional	Modelo de distancia euclídea a los tramos de carreteras nacionales (m)
	Por ferrocarril	Modelo de distancia euclídea a las estaciones de ferrocarril (m)
	A equipamientos y servicios	Modelo de distancia euclídea a los núcleos >10.000 habitantes (m)

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 2.
Factores de vulnerabilidad demográfica

Temática	Factor	Variable
Estructura demográfica	Envejecimiento	Índice de Envejecimiento (%)
	Ocupación del territorio	Densidad Bruta de Población (hab./Km ²)
	Potencial demográfico	Proporción de población soporte 30-49 años (%)
Dinámica demográfica	Natalidad	Tasa Bruta de Natalidad (‰)
	Mortalidad	Tasa Bruta de Mortalidad (‰)
	Evolución	Tasa de Crecimiento Acumulativo 2001-2017 (%)

Fuente: Elaboración propia.

A todos estos criterios podría haberse añadido el poblamiento, esto es, el grado de dispersión de la población en el territorio. Sin embargo, esta variable, aunque fue inicialmente contemplada, se descartó de la propuesta metodológica final ya que los elevados valores observados en Galicia y Asturias, con sus 30.139 y 6.944 entidades de población respectivamente, invalidaba el análisis multicriterio de conjunto, derivando una subestimación general de los niveles de vulnerabilidad territorial para el conjunto del país.

Tras la selección y preparación de los factores se establece un sistema de pesos de los factores en tantos por uno, basado en la consideración de importancias relativas desiguales en los criterios que intervienen en el modelo. De hecho, se puede llegar a plantear que la ponderación es una de las ventajas claves de la evaluación multicriterio en cuanto que permite establecer unos pesos desiguales estimados en tantos por uno, que participan decisivamente en el proceso de compensación de unos factores con otros (De Cos, 2007).

En esta fase, con la finalidad de evitar subjetividades del equipo investigador que repercutan en etapas posteriores, se establecen los pesos de los factores a partir de una matriz simétrica de comparación por pares. Concretamente, para el desarrollo de este estudio se cuenta con la participación de un panel de expertos integrado por gestores de distintas Reservas de la Biosfera de España, que tuvo lugar en el contexto del Seminario “Proceso de despoblación en la Red Española de Reservas de la Biosfera”³. El grupo de gestores de las Reservas de la Biosfera de España cuenta con un amplio conocimiento del territorio de las distintas reservas, las cuales nos permiten muestrear el conjunto del país a partir de 49 recintos, en los que se representan cerca de 600 municipios y en los que se dan interesantes condiciones territoriales y demográficas para ser analizadas bajo el prisma de la vulnerabilidad. En la sesión celebrada, se organizaron sendos paneles orientados a la comparación de cada factor con el resto y en un formato posterior conjunto se planteó la puesta en común y la unificación de matrices (cuadros 3 y 4). En función de las argumentaciones de los distintos expertos, se consensuaron las importancias relativas en una matriz simétrica tanto para los factores de vulnerabilidad territorial como demográfica.

CUADRO 3.

Matriz simétrica y pesos derivados en los factores del modelo multicriterio de vulnerabilidad territorial

Factores	Factores comparados						Peso
	1	2	3	4	5	6	
1-Altitud	1						0,033
2-Pendiente	3	1					0,240
3-Accesibilidad por autopista y autovía	5	1	1				0,060
4-Accesibilidad por carretera nacional	7	1	3	1			0,160
5-Accesibilidad por ferrocarril	1	1/3	1/5	1/3	1		0,070
6-Accesibilidad a equipamientos y servicios	5	3	3	3	7	1	0,438

Nota: en la matriz se compara la importancia relativa de cada factor situado en las filas con los ubicados en las columnas. La igualdad de importancia se expresa mediante el valor 1; si es más importante el factor de la fila que el de la columna la importancia va desde 2 hasta un máximo de 9 y si, por el contrario, es menos importante el valor de la fila que el comparado de la columna, su importancia relativa va desde 1/2 hasta 1/9.

Fuente: Elaboración propia.

³ Ministerio para la Transición Ecológica. Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM). Valsaín/Segovia 11-13/09/2018.

CUADRO 4.
Matriz simétrica y pesos derivados en los factores del modelo multicriterio de vulnerabilidad demográfica

Factores	Factores comparados						Peso
	1	2	3	4	5	6	
1-Envejecimiento	1						0,175
2-Ocupación del territorio	1/5	1					0,122
3-Potencial demográfico	1/5	1	1				0,087
4-Natalidad	3	1	5	1			0,182
5-Mortalidad	1/3	1/3	1/3	5	1		0,074
6-Evolución	4	3	3	1	7	1	0,361

Nota: en la matriz se compara la importancia relativa de cada factor situado en las filas con los ubicados en las columnas. La igualdad de importancia se expresa mediante el valor 1; si es más importante el factor de la fila que el de la columna la importancia va desde 2 hasta un máximo de 9 y si, por el contrario, es menos importante el valor de la fila que el comparado de la columna, su importancia relativa va desde 1/2 hasta 1/9.

Fuente: Elaboración propia.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente apartado se incorporan los modelos multicriterio de vulnerabilidad territorial y demográfica, los cuales son abordados individualmente para poner de relieve los distintos patrones espaciales resultantes. Asimismo, se incorpora una interpretación conjunta de las similitudes y diferencias que sendos modelos presentan.

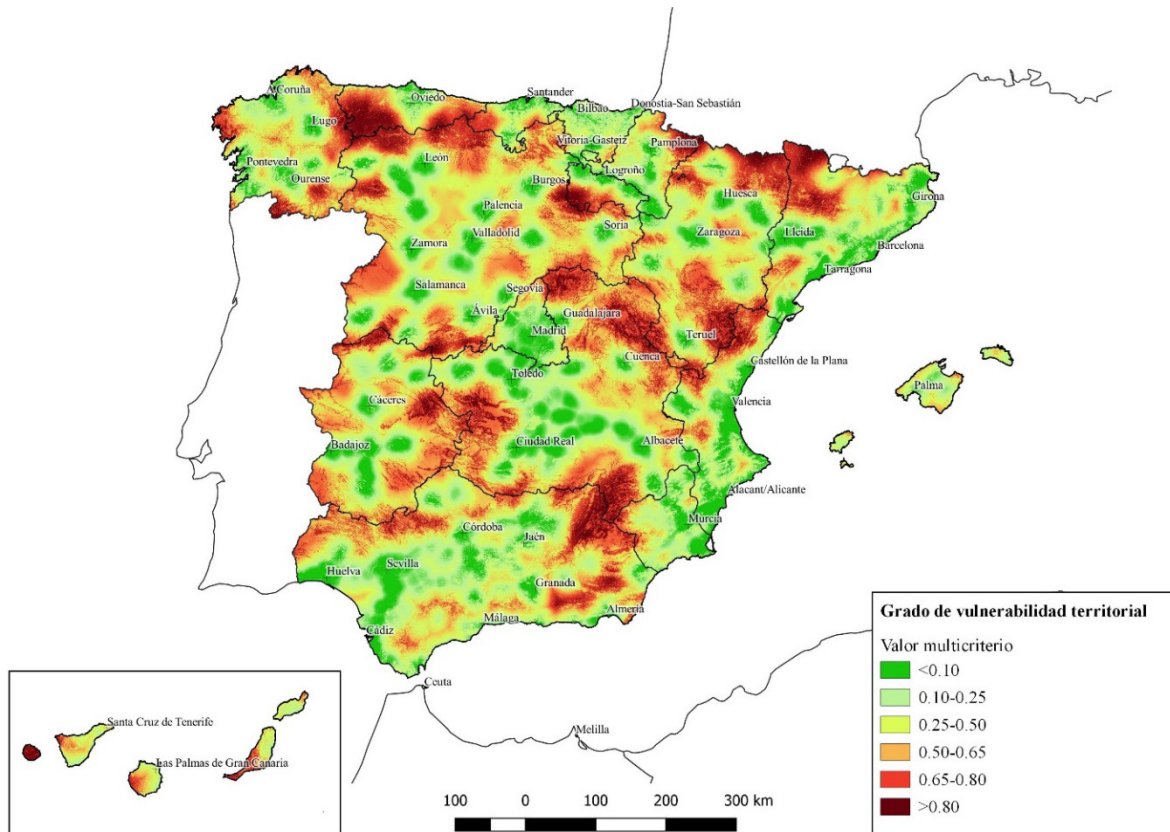
4.1. EL MODELO MULTICRITERIO DE VULNERABILIDAD TERRITORIAL EN ESPAÑA

El modelo de vulnerabilidad territorial resultante del presente estudio (Mapa 1) refleja el peso de los factores geográficos físicos (cual son la altitud y las pendientes) y los humanos (esencialmente los ligados a la accesibilidad por diferentes medios de transporte y la distancia potencial a los equipamientos y a los servicios) y expresa el diferente grado que presentan unas áreas y otras del territorio español en relación a este concepto.

Sin duda la España de montaña y la España interior son las que muestran los valores más críticos. De norte a sur, en función de su mayor grado así como por la extensión e intensidad del territorio afectado, la máxima vulnerabilidad territorial corresponde a la Montaña Cantábrica occidental (la cual aparece fragmentada en dos áreas separadas por la autovía A-66 y autopista AP-66 Asturias-León: al Este de la misma las comarcas de la Cantabria occidental, del valle del Nansa y Liébana, la Montaña Palentina y Picos de Europa; al Oeste, el Occidente de Asturias y Ancares leoneses y gallegos); a ellas se suman el Pirineo y Prepirineo central y occidental, el Sistema Ibérico, Sierra de Gredos y Sierra de Francia, una gran extensión en la Submeseta sur (la que corresponde a las comarcas de la Serena, la Siberia, Jara-Los Ibores y las Villercas en tierras extremeñas y La Jara y la Sierra de San Vicente en Ciudad Real) y, en Andalucía, la Bética y la Penibética oriental. De esta tipología forma parte, asimismo, otro elevado número de áreas de menos extensión y grado de vulnerabilidad territorial, cual son el Finisterre gallego, el Macizo galaico y comarca zamorana de Sanabria, el norte de Burgos y valles pasiegos de Cantabria, la comarca del Cerrato castellano, Sierra Morena -casi en su totalidad-, así como la mayor parte de las comarcas de la Raya de

Portugal, la Penibética occidental y en Canarias las islas menores y el sur y oeste de las dos islas mayores: Gran Canaria y Tenerife.

MAPA 1.
La vulnerabilidad territorial en España definida a partir de un modelo multicriterio



Fuentes: IGN, Líneas límite y recintos municipales 1/25.000 y Base Cartográfica Nacional 1/200.000. Elaboración propia.

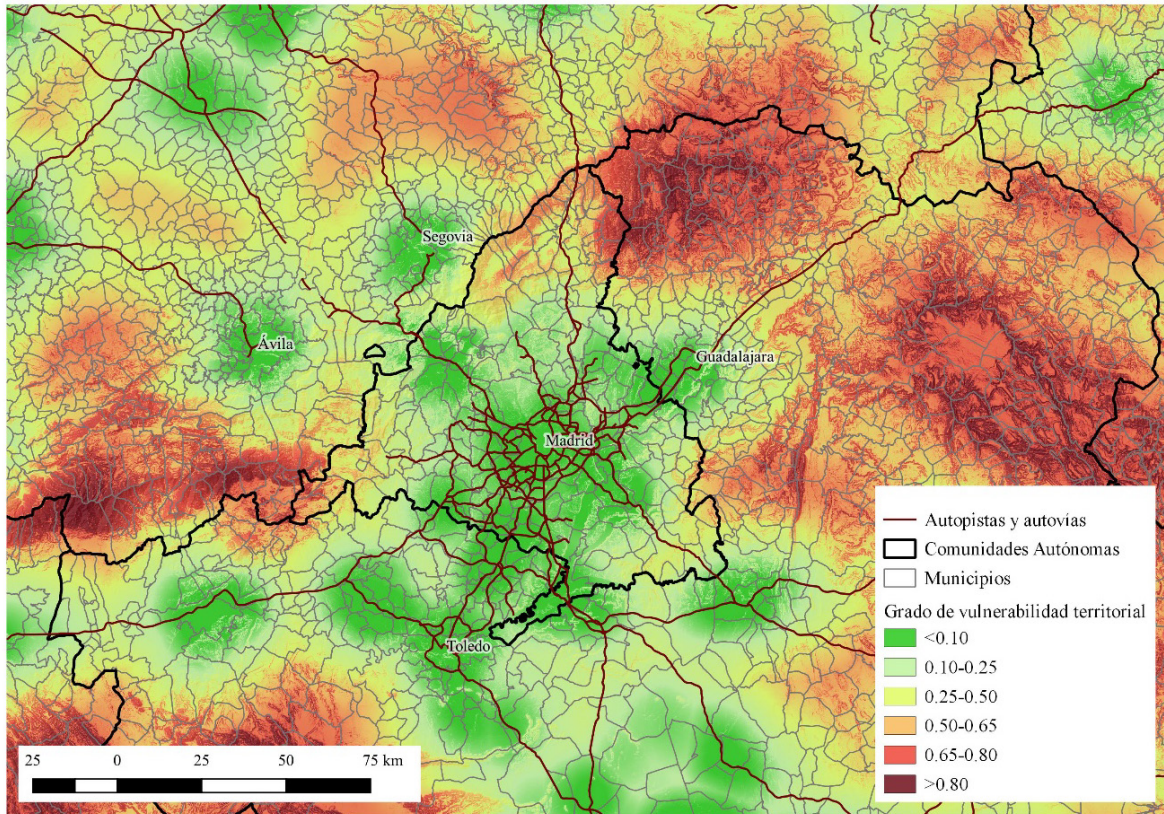
Por el contrario, los espacios menos vulnerables territorialmente corresponden, en consonancia con los factores que se han utilizado, a la España costera y en mayor medida la España mediterránea, que exhibe una marcada continuidad espacial, frente a la España cántbrica, que presenta más discontinuidades (costa vasca desde la frontera de Francia hasta Santander-Torrelavega, ruptura en la Cantabria costera occidental y Asturias oriental, conglomerado urbano-metropolitano Oviedo - Gijón - Avilés, la llamada Ciudad Astur, de nuevo discontinuidad en la Asturias occidental y costa norte gallega). Otra de las grandes áreas caracterizadas por presentar grados de vulnerabilidad territorial bajos, al margen de las orlas costeras señaladas, es Madrid y su área metropolitana (Mapa 2) en su sentido más amplio (esto es, desbordando los límites administrativos de su propia comunidad: hacia Guadalajara al Este, hacia Segovia al Norte, hasta Ávila al Oeste y hacia Toledo al Sur).

Los otros espacios a considerar con baja vulnerabilidad territorial son el valle del Guadalquivir (singularmente Sevilla y su área metropolitana), el valle del Ebro y todas las ciudades y sus entornos periurbanos de la sub-meseta norte y sur no mencionados anteriormente. En Canarias, como se apuntó, los espacios más urbanizados, que corresponden a las áreas norte y este de las islas, presentan asimismo los menores grados de vulnerabilidad territorial.

Como aproximación numérica, siendo conscientes de lo escasamente representativo de la entidad de comunidad autónoma, se ofrece un resumen con los principales resultados de este ambicioso análisis de

vulnerabilidad territorial, tanto en valores absolutos (Cuadro 5) como en valores relativos a partir de sendos diagramas ternarios (figuras 2.a y 2.b). Consideramos en las mismas la extensión geográfica que suman y la población que reside en los distintos municipios españoles según su vulnerabilidad media territorial.

MAPA 2.
Detalle del grado de vulnerabilidad territorial en Madrid y su área metropolitana



Fuentes: IGN, Líneas límite y recintos municipales 1/25.000 y Base Cartográfica Nacional 1/200.000. Elaboración propia.

CUADRO 5.
Superficie y población de las comunidades autónomas según grado de vulnerabilidad territorial

CCAA	Superficie que suman los municipios, según su grado de vulnerabilidad territorial				Población residente que suman los municipios, según su grado de vulnerabilidad territorial			
	Alto	Medio	Bajo	Total	Alto	Medio	Bajo	Total
Andalucía	26.155	35.963	25.483	87.600	397.550	1.566.502	6.407.362	8.371.414
Aragón	21.073	17.963	8.695	47.731	87.160	200.986	1.020.577	1.308.723
Canarias	2.882	4.827	23	7.732	197.246	1.851.104	59.771	2.108.121
Cantabria	1.262	1.574	2.489	5.325	9.414	25.286	545.595	580.295
Castilla La Mancha	36.437	19.968	23.007	79.411	217.723	271.716	1.542.040	2.031.479
Castilla y León	34.936	39.749	19.545	94.229	268.140	402.569	1.755.092	2.425.801
Cataluña	8.817	11.042	12.344	32.202	108.179	540.162	6.907.489	7.555.830
Com.Valenciana	5.317	5.734	12.215	23.266	33.678	183.600	4.724.231	4.941.509
Extremadura	19.997	12.698	8.984	41.679	213919	277461	584239	1.075.619
Galicia	7.037	14.630	8.014	29.681	201.545	693.379	1.802.175	2.697.099
Islas Baleares	615	3.770	634	5.019	53.440	490.514	572.045	1.115.999
La Rioja	1.827	1.075	2.139	5.041	6.490	10.471	298.420	315.381
Madrid	518	2.403	5.105	8.025	8.718	103.068	6.395.398	6.507.184
Murcia	1.813	4.197	5.303	11.312	33.681	264.138	1.172.454	1.470.273
Navarra	1.925	4.202	3.579	9.706	15.819	95.686	531.729	643.234
País Vasco	362	2.149	4.721	7.231	2.276	129.960	2.061.922	2.194.158
Princ. de Asturias	5.463	3.171	1.975	10.609	66.350	146.527	822.083	1.034.960
Ceuta	0	0	20	20	0	0	84.959	84.959
Melilla	0	14	0	14	0	86.120	0	86.120
Total España	176.433	185.126	144.274	505.833	1.921.328	7.339.249	37.287.581	46.548.158
Valores relativos España	<i>34,9</i>	<i>36,6</i>	<i>28,5</i>	<i>100,0</i>	<i>4,1</i>	<i>15,8</i>	<i>80,1</i>	<i>100,0</i>

Nota: La discretización de los valores de vulnerabilidad en los niveles alto, medio y bajo se realiza a través del criterio desviacional, considerando nivel medio los casos que se encuentran en torno a la media +/- media desviación típica, con nivel alto los que tienen vulnerabilidad superior a la media + media desviación típica y, finalmente, con nivel bajo los que tienen una vulnerabilidad inferior al valor de la media - media desviación típica.

Fuentes: IGN, Líneas límite y recintos municipales 1/25.000 e INE, Padrón Municipal de Habitantes (2017). Elaboración propia.

La realización de los cálculos descritos en el cuadro anterior supone una destacada aportación derivada de la metodología propuesta en el artículo. Así, se elabora una estadística detallada y estandarizada del grado de vulnerabilidad territorial por comunidades autónomas que puede constituir una base importante para la toma de decisiones a nivel nacional; incluso, para perfilar la vulnerabilidad en base a la superficie que está afectada, así como según la población que reside en esos ámbitos. En este sentido, hay que destacar que la obtención de resultados estandarizados y acotados entre 0 (vulnerabilidad nula) y 1 (máximo nivel de vulnerabilidad) hace que las situaciones en las que se encuentran las distintas partes del territorio español sean plenamente comparables, a la vez que independientes de los rangos y escalas de medida de las variables que originan el resultado final.

FIGURA 2.
Agrupaciones de comunidades autónomas según superficie y población residiendo en municipios con diferente grado de vulnerabilidad territorial

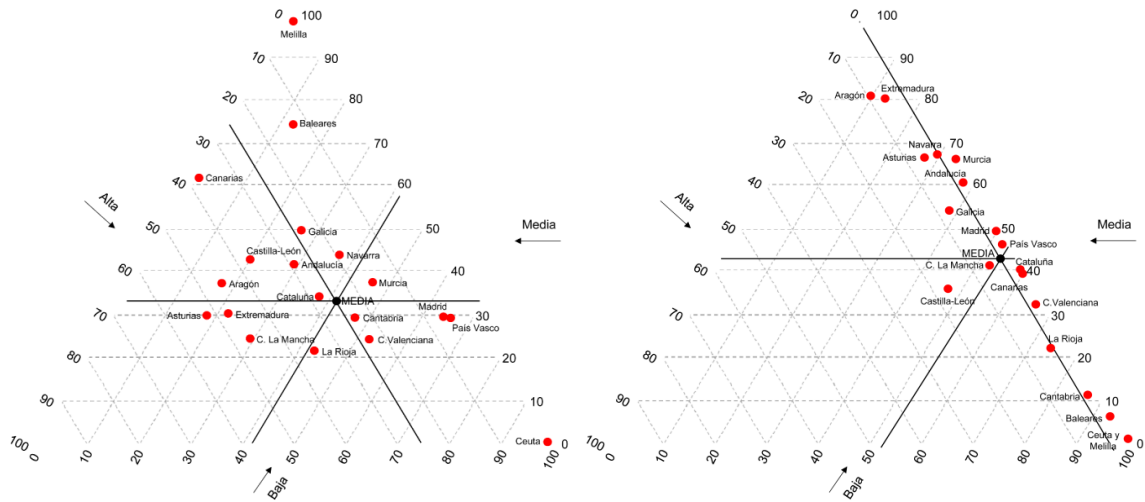


Figura 2.a. Porcentaje de superficie

Figura 2.b. Porcentaje de población

Nota: los diagramas triangulares representan la posición de las comunidades autónomas en relación al valor medio nacional, estadístico descriptivo que ha sido estimado a partir de los valores de vulnerabilidad extrapolados del modelo raster a los recintos municipales del conjunto del país.

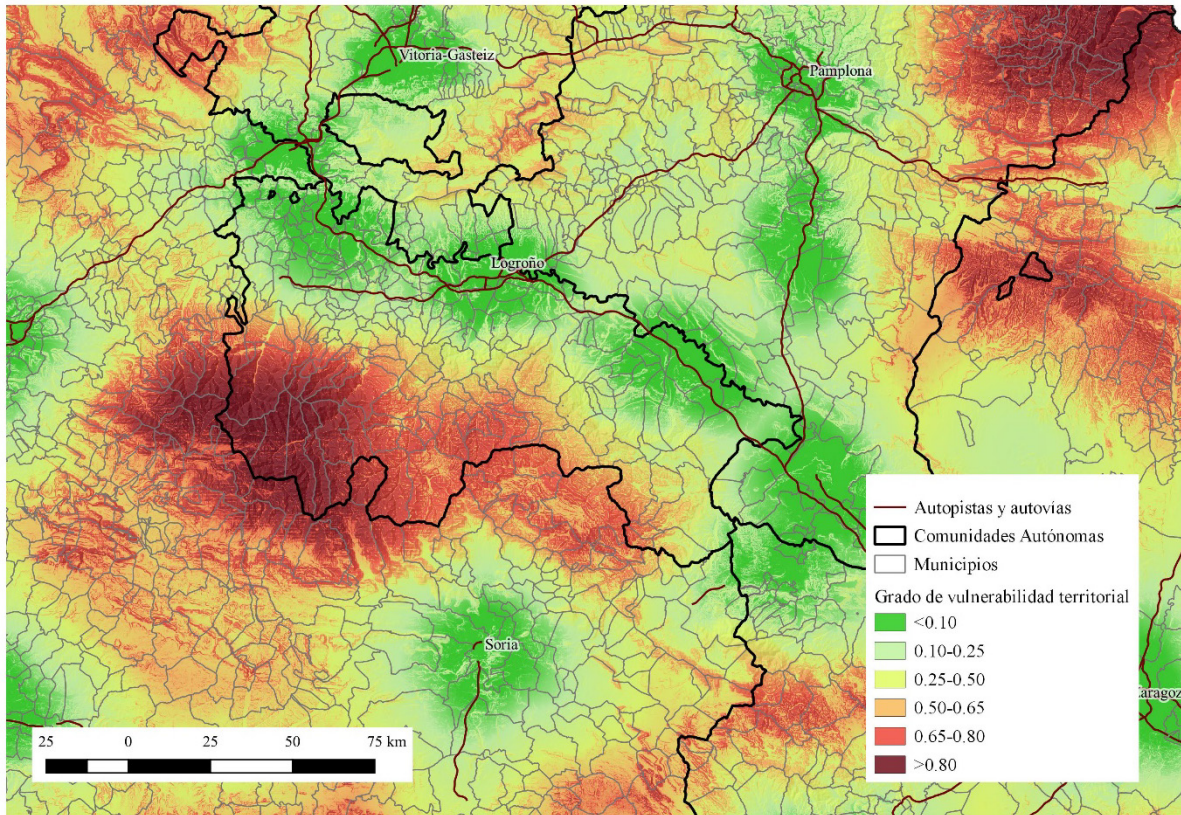
Fuente: Elaboración propia.

Más de la mitad de las comunidades autónomas españolas presentan porcentajes de su superficie con alto grado de vulnerabilidad territorial, entendiendo por tales aquellas que tienen valores por encima de la media nacional (35% del territorio del país). Casos especialmente significativos son los de Asturias (52%), Extremadura (48%) y Castilla La Mancha (46%); agrupadas en otro clúster: Aragón (44%), Canarias (37%), Castilla y León (37%), Andalucía (30%) y Cataluña (27%) y, caso aparte, La Rioja (36%). Todas ellas son eminentemente rurales, al menos en términos geográficos o territoriales y la mayor parte de ellas son regiones interiores.

Si se tiene en cuenta la población residiendo en territorios vulnerables el orden cambia, pero las regiones son las mismas: Extremadura (20%), Castilla y León y Castilla La Mancha (11%) y Galicia y Aragón, que en el plano del peso demográfico de territorios vulnerables cobran importancia con un 7,5% y 6,7% respectivamente. Asturias desciende hasta el 6,4% de su población, presentado valores inferiores a las anteriores, hecho que se explica por tratarse de una región más urbanizada y por el peso de la llamada *Ciudad Astur* (Oviedo-Gijón-Avilés).

Por el contrario, las que presentan la situación más favorable (Figura 2.b), con valores más bajos, han resultado corresponder, además de Ceuta y Melilla, por razones ligadas a su singular carácter de enclave urbano en el Norte de África, al País Vasco y Madrid (ambas con tan solo un 0,1%), Comunidad Valenciana (0,7%), Cataluña (1,4%) y Cantabria (1,6%). Son regiones casi todas ellas altamente urbanizadas, bien comunicadas, contando la mayor parte de su población con buen acceso a los servicios de primer orden. A estas regiones se suma La Rioja (2,1%). El bajo valor porcentual que presenta su población en esta desfavorable situación y su adscripción a este grupo se explica por su contrastada estructura territorial dual valle-montaña (Mapa 3) y la fortísima concentración de su población en este primer tipo de entorno geográfico, a lo que se suma la propia macrocefalia de esta comunidad autónoma uniprovincial.

MAPA 3.
Detalle del grado de vulnerabilidad territorial en La Rioja y su entorno geográfico



Fuentes: IGN, Líneas límite y recintos municipales 1/25.000 y Base Cartográfica Nacional 1/200.000. Elaboración propia.

La cartografía de detalle muestra la expresividad del método desarrollado no solo a nivel nacional sino, especialmente, a escala de comunidad autónoma. Así, pone perfectamente de relieve la variación espacial de la vulnerabilidad en el territorio autonómico, diferenciando incluso las zonas dentro de los propios límites municipales que tendrían que ser objeto de políticas específicas para hacer frente a la situación de vulnerabilidad estimada. Asimismo, la obtención de una realidad graduada permitiría abordar los cronogramas de acción en base a las limitaciones presupuestarias según el grado de vulnerabilidad multicriterio y atendiendo, también, a la población a la que esas inversiones beneficiarían.

Finalmente, el modelo de vulnerabilidad territorial en España puede ser interpretado en base a su zonificación sin hacerse alusión expresa a las delimitaciones administrativas; esto es, considerando en primer plano la configuración territorial según la presencia de zonas urbanas y metropolitanas frente a las áreas de predominio rural, así como a la adscripción a las áreas de proximidad a la costa frente a la España interior. Este análisis aporta resultados de interés que contribuyen a la explicación de los patrones espaciales de la vulnerabilidad territorial (Cuadro 6), entre los cuales destaca un mayor nivel de vulnerabilidad en las zonas rurales e interiores frente a las urbanas y cercanas a la costa. Tanto es así, que por término medio el territorio externo a zonas urbanas o costeras tiene un nivel de vulnerabilidad que supera el doble que el presentado por las zonas incluidas en algún sistema urbano o en zonas ubicadas a menos de 10Km de la costa.

CUADRO 6.
Estadísticas de vulnerabilidad territorial por unidades de referencia con carácter no administrativo

	Nº municipios	Vulnerabilidad territorial			
		Media	Mediana	Cuartil 3	Desviación típica
Valores generales España	8.198	0,434	0,424	0,622	0,240
Según pertenencia a las áreas urbanas funcionales definidas a nivel europeo (FUAs)					
En zonas urbanas	985	0,199	0,156	0,271	0,137
Fuera de zonas urbanas	7.213	0,466	0,461	0,648	0,233
Según distancia a la costa					
A menos de 10 Km	756	0,256	0,177	0,389	0,214
A más de 10 Km	7.442	0,452	0,445	0,637	0,235
A menos de 20 Km	1.293	0,264	0,204	0,385	0,201
A más de 20 Km	6.905	0,466	0,461	0,648	0,233
Según combinación de los criterios de pertenencia a áreas urbanas funcionales y distancia a la costa					
En zonas urbanas o a menos de 10 Km de distancia a la costa	1.469	0,264	0,204	0,385	0,201
Fuera de zonas urbanas o a más de 10 Km de distancia a la costa	6.729	0,478	0,476	0,655	0,228

Nota: Los estadísticos descriptivos muestran valores de vulnerabilidad basados en el modelo multicriterio, por lo que su rango está acotado entre un valor mínimo de 0 (no vulnerable) y 1 (vulnerabilidad máxima).

Fuente: Elaboración propia.

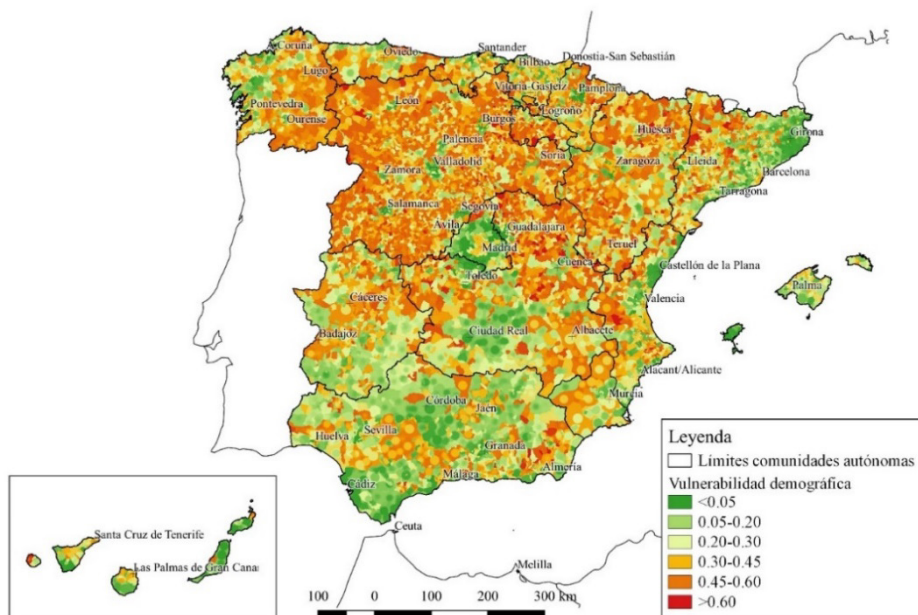
4.2. EL MODELO MULTICRITERIO DE VULNERABILIDAD DEMOGRÁFICA EN ESPAÑA

En relación a la vulnerabilidad demográfica el territorio español ofrece unas estructuras peor definidas que en el enfoque territorial, como consecuencia de que la unidad de análisis de la que partimos en la mayor parte de factores es el municipio. Sobre el mismo cabe apuntar un hecho bien conocido: su heterogénea distribución en cuanto a la dimensión física de estas unidades administrativas. En el análisis de la vulnerabilidad demográfica ya no podemos operar con el pixel de 900 m², que fue el utilizado para el análisis de la vulnerabilidad territorial, por la entidad de referencia municipal a la que se obtiene desagregada la información estadística necesaria para desarrollar el presente modelo.

No obstante lo cual, la cartografía multicriterio (Mapa 4) permite resaltar importantes fenómenos y destacados contrastes en relación al grado de vulnerabilidad demográfica en España.

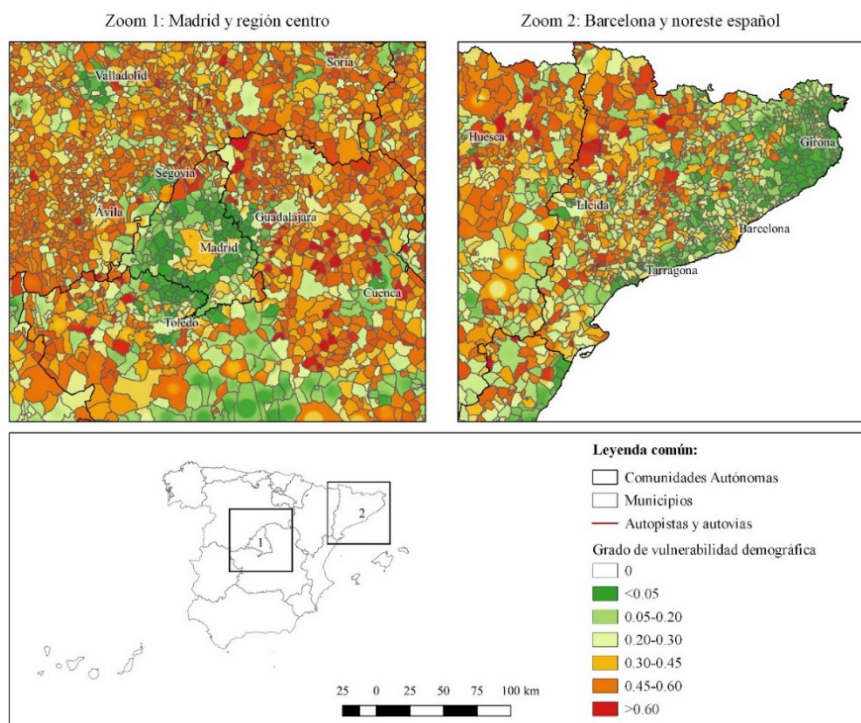
En primer lugar, hay que apuntar la contraposición existente entre una España costera que exhibe una estructura demográfica más sólida y una España interior que soporta estructuras demográficas más debilitadas. La segunda asimetría se produce entre la mitad norte más vulnerable demográficamente y un sur que lo es en menor medida, salvo en sus áreas de montaña. La tercera desigualdad está relacionada con la componente rural y urbana en España: a la fortaleza de la España urbana, esto es, ciudades y sus entornos periurbanos cada vez más desarrollados (Reques y De Cos, 2013; Azcárate et al., 2014; Rubiera et al., 2016), se contraponen los marginados y marginales espacios rurales y singularmente de montaña. El cuarto plano de asimetría, a otra escala, se da en el seno de las grandes áreas metropolitanas (Mapa 5) -singularmente Madrid y Barcelona- entre sus espacios centrales más envejecidos y vulnerables demográficamente y sus muy desarrollados territorialmente anillos metropolitanos, más rejuvenecidos y dinámicos (Rubiera, 2006).

MAPA 4.
La vulnerabilidad demográfica en España definida a partir de un modelo multicriterio



Fuentes: IGN, Líneas límite y recintos municipales 1/25.000 y Base Cartográfica Nacional 1/200.000. INE, Padrón Municipal de Habitantes (2017), Censo de Población (2001 y 2011) y Movimientos Naturales de Población. Elaboración propia.

MAPA 5.
Detalle del modelo de vulnerabilidad demográfica en el área de Madrid y Barcelona



Fuentes: IGN, Líneas límite y recintos municipales 1/25.000 y Base Cartográfica Nacional 1/200.000. INE, Padrón Municipal de Habitantes (2017), Censo de Población (2001 y 2011) y Movimientos Naturales de Población. Elaboración propia.

El análisis pormenorizado a escala intrarregional desvela estos mismos planos a mayor nivel de detalle. Puede señalarse, no obstante, el fuerte contraste entre los espacios organizados en torno al llamado Eje Atlántico (La Coruña – Santiago – Pontevedra – Vigo) *versus* la Galicia interior; el conglomerado urbano-metropolitano Oviedo-Gijón-Avilés *versus* el resto de Asturias, la Cantabria costera *versus* la interior; la orla costera mediterránea *versus* los espacios interiores de montaña.

En suma, el análisis presentado muestra los matices territoriales de unas estructuras demográficas y de unos potenciales de población para un país, España, que presenta los más altos desequilibrios demográficos del continente europeo (European Parliament, 2006).

Los resultados generales, a nivel de comunidad autónoma, tanto en valores absolutos como relativos se presentan a continuación en el Cuadro 7 y en las figuras 3.a y 3.b.

CUADRO 7.
Población y superficie totales según grado de vulnerabilidad demográfica por comunidades autónomas

CCAA	Población residente en municipios, según su grado de vulnerabilidad demográfica				Superficie que suman los municipios, según su grado de vulnerabilidad demográfica			
	Alto	Medio	Bajo	Total	Alto	Medio	Bajo	Total
Andalucía	68.814	5.067.079	3.235.521	8.371.414	6.686	52.263	28.651	876
Aragón	120.194	1.059.323	129.206	1.308.723	21.135	24.674	1.922	47.731
Canarias	3.698	832.172	1.272.251	2.108.121	221	2.153	5.358	7.732
Cantabria	12.410	65.164	502.721	580.295	1.771	2.161	1.393	5.325
Castilla La Mancha	158.762	796.307	1.076.410	2.031.479	28.912	38.728	11.771	79.411
Castilla y León	420.538	869.987	1.135.276	2.425.801	59.094	31.340	3.796	94.229
Cataluña	72.619	2.960.325	4.522.886	7.555.830	6.682	13.828	11.693	32.202
Com. Valenciana	34.693	1.530.749	3.376.067	4.941.509	4.399	10.477	8.390	23.266
Extremadura	78.100	860.861	136.658	1.075.619	9.725	29.120	2.834	41.679
Galicia	181.600	1.471.974	1.043.525	2.697.099	13.182	11.686	4.813	29.681
Islas Baleares	0	70.424	1.045.575	1.115.999	0	1.085	3.934	5.019
La Rioja	14.018	70.329	231.034	315.381	2.407	2.030	605	5.041
Madrid	8.990	3.206.667	3.291.527	6.507.184	817	1.462	5.746	8.025
Murcia	0	984.136	486.137	1.470.273	0	8.652	2.661	11.312
Navarra	24.889	431.696	186.649	643.234	2.619	5.634	1.453	9.706
País Vasco	3.952	1.030.101	1.160.105	2.194.158	713	4.163	2.356	7.231
Princ. de Asturias	51.632	696.314	287.014	1.034.960	3.803	5.574	1.233	10.609
Ceuta	0	0	84.959	84.959	0	0	20	20
Melilla	0	0	86.120	86.120	0	0	14	14
Total España	1.254.909	22.003.608	23.289.641	46.548.158	162.163	245.028	98.641	505.833
Valores relativos España	2,7	47,3	50,0	100,0	32,1	48,4	19,5	100,0

Nota: la discretización de los valores de vulnerabilidad en los niveles alto, medio y bajo se realiza a través del criterio desviacional, considerando nivel medio los casos que se encuentran en torno a la media +/- media desviación típica, con nivel alto los que tienen vulnerabilidad superior a la media + media desviación típica y, finalmente, con nivel bajo los que tienen una vulnerabilidad inferior al valor de la media – media desviación típica.

Fuentes: IGN, Líneas límite y recintos municipales 1/25.000 y Base Cartográfica Nacional 1/200.000. INE, Padrón Municipal de Habitantes (2017), Censo de Población (2001 y 2011) y Movimientos Naturales de Población. Elaboración propia.

Por su parte, los diagramas ternarios adjuntos, en los que se presenta el peso relativo en cada comunidad autónoma de los grados alto, medio o bajo de vulnerabilidad demográfica, nos permite agrupar éstas según sus características estructurales. Tanto si se analiza la superficie que suma cada nivel o grado de vulnerabilidad demográfica (Figura 3.a) como si se analiza la población en estos distintos grados (Figura 3.b) se llega a la misma conclusión: los marcadísimos contrastes entre las regiones más rurales o ruralizadas y las más urbanas o urbanizadas. Así, en relación a la vulnerabilidad demográfica la mayor superficie afectada corresponde a Castilla y León (62% de su territorio, junto a un alto 17% de su población), seguida de Castilla La Mancha (36% de su territorio y solo el 8% de su población), Galicia (44% y 7%) y Aragón (44% y 9%, respectivamente). Estas regiones confrontan con otras como la Comunidad de Madrid, País Vasco, Cataluña, Comunidad Valenciana o Canarias, que presentan valores muy bajos en superficie (siempre por debajo del 10%) y marginales en cuanto a la población afectada por grados de vulnerabilidad demográfica alta.

FIGURA 3.
Agrupaciones de comunidades autónomas según la superficie y población residing en municipios con diferente grado de vulnerabilidad demográfica

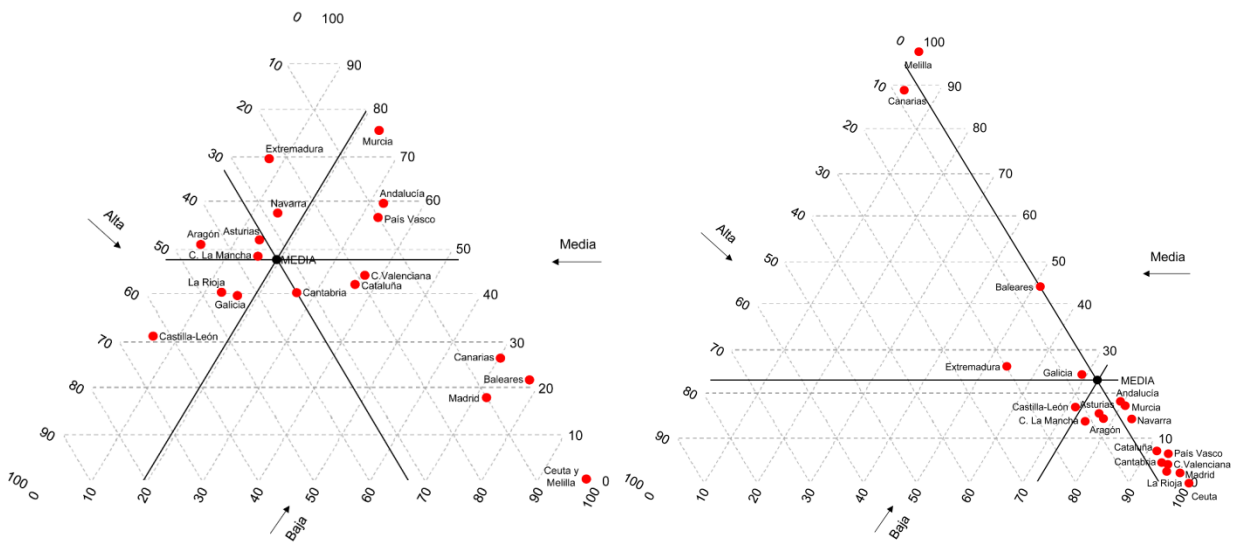


Figura 3.a. Porcentaje de superficie

Figura 3.b. Porcentaje de población

Nota: los diagramas triangulares representan la posición de las comunidades autónomas en relación al valor medio nacional, estadístico descriptivo que ha sido estimado a partir de los valores de vulnerabilidad extrapolados del modelo raster a los recintos municipales del conjunto del país.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, con una lectura de los patrones en base a criterios no administrativos, debemos reafirmar que la vulnerabilidad demográfica de mayor nivel se configura en las zonas no urbanas y en la España interior (Cuadro 8); así, mientras que el valor medio de vulnerabilidad demográfica es de 0,383 sobre 1 hay que destacar que este valor en áreas urbanas se reduce hasta 0,185 y deja las tres cuartas partes del territorio con vulnerabilidades inferiores a 0,266. Frente a esto, en áreas no urbanas la vulnerabilidad media asciende a 0,410 y muestra una cuarta parte del territorio con valores de vulnerabilidad demográfica superiores a 0,523.

CUADRO 8.
Estadísticas de vulnerabilidad demográfica por unidades de referencia con carácter no administrativo

	Nº municipios	Vulnerabilidad demográfica			
		Media	Mediana	Cuartil 3	Desviación típica
Valores generales España	8.198	0,383	0,408	0,512	0,171
Según pertenencia a las áreas urbanas funcionales definidas a nivel europeo (FUAs)					
En zonas urbanas	985	0,185	0,174	0,266	0,133
Fuera de zonas urbanas	7.213	0,410	0,435	0,523	0,158
Según distancia a la costa					
A menos de 10 Km	756	0,184	0,185	0,261	0,111
A más de 10 Km	7.442	0,403	0,430	0,521	0,163
A menos de 20 Km	1.293	0,210	0,207	0,291	0,129
A más de 20 Km	6.905	0,415	0,443	0,526	0,159
Según combinación de los criterios de pertenencia a áreas urbanas funcionales y distancia a la costa					
En zonas urbanas o a menos de 10 Km de distancia a la costa	1.469	0,210	0,207	0,291	0,129
Fuera de zonas urbanas o a más de 10 Km de distancia a la costa	6.729	0,425	0,448	0,529	0,148

Nota: Los estadísticos descriptivos muestran valores de vulnerabilidad basados en el modelo multicriterio, por lo que su rango está acotado entre un valor mínimo de 0 (no vulnerable) y 1 (vulnerabilidad máxima).

Fuente: Elaboración propia.

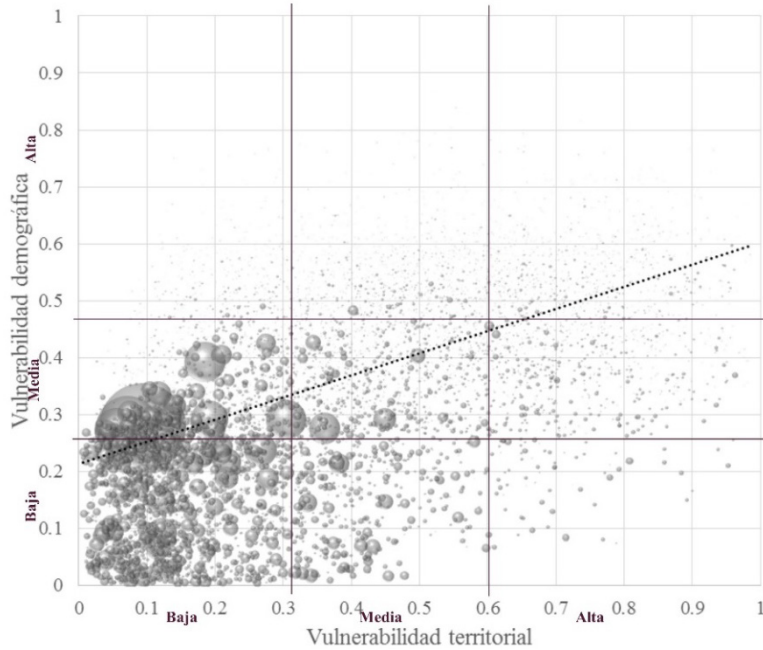
4.3. EL ANÁLISIS CONJUNTO DE LA VULNERABILIDAD TERRITORIAL Y LA VULNERABILIDAD DEMOGRÁFICA

En el diagrama binario correspondiente a la Figura 4 se presentan conjuntamente los resultados de cada municipio español respecto a la vulnerabilidad territorial y demográfica. En términos estadísticos presentan un índice de correlación lineal de 0,56, que con su valor positivo medio avala los planteamientos posibilistas frente a los deterministas, con lo que interpretamos que no existe un condicionamiento pleno de las condiciones del medio físico sobre el componente demográfico; así, entendemos que existe cierta tendencia a que los valores de vulnerabilidad territorial se relacionen linealmente con los de vulnerabilidad demográfica, no pudiendo explicarse plenamente la varianza de los segundos en función de los primeros. A partir de esta premisa, en el eje de abscisas se presenta el índice vulnerabilidad territorial y en el eje de ordenadas el índice de vulnerabilidad demográfica. Los valores se mueven en un rango acotado entre 0 y 1, representando 0 la ausencia de vulnerabilidad y 1 el nivel más alto posible.

En puridad podría establecerse un índice de vulnerabilidad demográfico-territorial conjunto que quedaría expresado por la combinación de los tres grados de vulnerabilidad posibles cruzados en términos territoriales (X) y demográficos (Y). Así, los municipios más cercanos al origen 0,0 corresponden con una mejor situación en relación a la vulnerabilidad (esto es, baja en los dos ejes) mientras que a medida que nos alejamos de esa situación hacia el umbral 1,1 aparecen situaciones de vulnerabilidad más destacadas, desde los niveles medios a los altos.

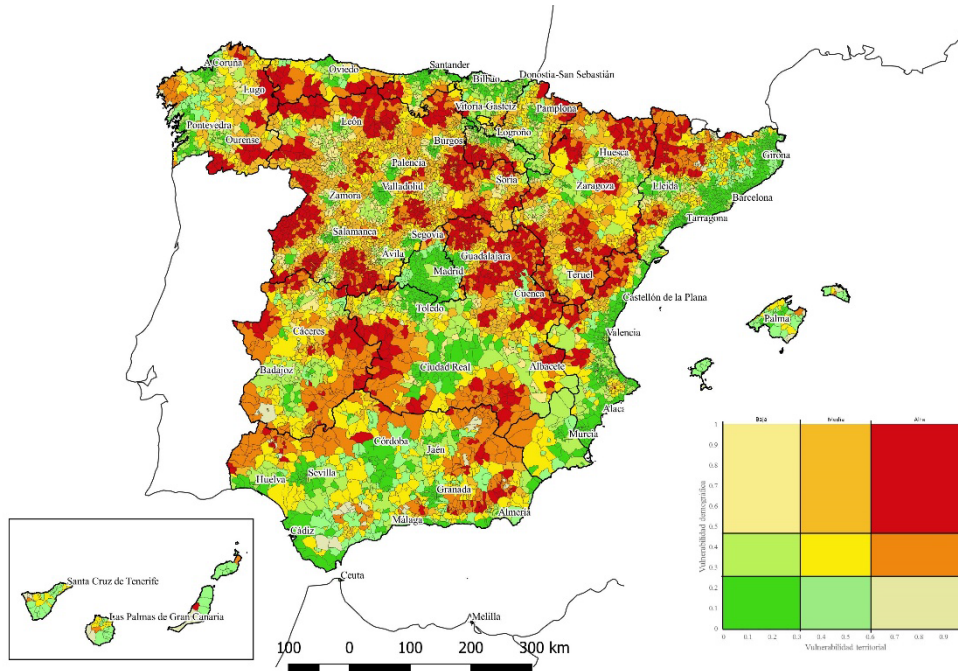
Por su parte, en el Mapa 6, que cabe ser considerado como la síntesis de resultados del presente estudio, se representan los valores cruzados de la vulnerabilidad territorial y demográfica, lo que permite a partir de un número de nueve categorías sintéticas, corroborar las afirmaciones parciales anteriores.

FIGURA 4.
Análisis bivariado del modelo de vulnerabilidad territorial y demográfica



Nota: el tamaño de los símbolos es proporcional al volumen de población de cada municipio de España.
Fuentes: IGN, Líneas límite y recintos municipales 1/25.000 e INE, Padrón Municipal de Habitantes (2017).
 Elaboración propia.

MAPA 6.
Patrón espacial de la vulnerabilidad demográfico-territorial en España



Fuentes: IGN, Líneas límite y recintos municipales 1/25.000 y Base Cartográfica Nacional 1/200.000. INE, Padrón Municipal de Habitantes (2017), Censo de Población (2001 y 2011) y Movimientos Naturales de Población.
 Elaboración propia.

Los resultados cartográficos se confirman con las estadísticas aportadas en el Cuadro 9, donde se observa que la población urbana y de las áreas litorales muestra bajos niveles de vulnerabilidad demográfico-territorial. Este dato contrasta con la importante proporción de superficie afectada por alta vulnerabilidad demográfico-territorial (16%), presente en algo más de 1.300 municipios.

CUADRO 9.
Población y territorio en España según su grado de vulnerabilidad territorial y demográfica

Grado de vulnerabilidad territorial	Grado de vulnerabilidad demográfica	Superficie		Población		Nº municipios
		Valor absolutos (km ²)	Valores relativos (%)	Valor absolutos (habitantes)	Valores relativos (%)	
Alto	Alto	82.760	16,3	479.302	1	1.310
Alto	Medio	87.529	17,3	1.082.085	2,3	905
Alto	Bajo	6.145	1,2	359.941	0,8	69
Medio	Alto	63.689	12,6	566.172	1,2	1.266
Medio	Medio	90.495	17,9	3.000.920	6,4	1.261
Medio	Bajo	31.621	6,2	3.772.157	8,1	405
Bajo	Alto	16.393	3,2	209.435	0,4	444
Bajo	Medio	67.005	13,2	16.089.045	34,6	1.079
Bajo	Bajo	60.875	12,0	20.989.101	45,1	1.459
Total España		506.513	100,0	46.548.158	100,0	8.198

Fuentes: IGN, Líneas límite y recintos municipales 1/25.000 e INE, Padrón Municipal de Habitantes (2017).
Elaboración propia.

Los datos son contundentes y prueban la solidez del método propuesto: los espacios con alto grado de vulnerabilidad territorial representan más de un tercio (35%) del territorio español y tan solo suman el 5% de la población. Un dato aún más significativo: en los 87.760 km², que es la superficie que suma el territorio que presenta un mayor grado de vulnerabilidad demográfica y territorial, reside tan solo el 1% de la población, lo que supone una densidad de 6 habitantes por km². Por el contrario, los espacios con bajo grado de vulnerabilidad demográfica y territorial, que afecta a poco más de la cuarta parte del territorio nacional (28%), presentan un peso demográfico del 80%. Un último dato significativo: la densidad del territorio con vulnerabilidad territorial y demográfica baja es de 344 hab./Km². Las cifras expresan con total rotundidad los marcados desequilibrios demográfico-territoriales en España.

Por otro lado, la generación de una tabulación cruzada de la componente territorial y demográfica de la vulnerabilidad a nivel municipal supone un punto de partida fundamental para matizar la situación de vulnerabilidad en la que se encuentran los municipios españoles; con ello, se plantea un avance respecto a trabajos previos en cuanto a que se pueden dirigir las políticas específicas en función de si un determinado municipio adolece de una situación de vulnerabilidad por su situación territorial (condiciones orográficas, accesibilidad y proximidad a servicios) o bien por sus rasgos demográficos (envejecimiento, dinámica y evolución negativas), o incluso por la combinación de ambas circunstancias.

5. CONCLUSIONES

Los análisis que se hacen frecuentemente comparando territorio y población en términos absolutos presentan metodológicamente fuertes limitaciones. La incorporación del concepto de vulnerabilidad territorial y vulnerabilidad demográfica permite analizar el binomio “territorio” y “población” en términos

cualitativos: el territorio, según se ha demostrado en este trabajo a través del análisis multicriterio, es “rugoso” (orografía, pendiente, altitud, accesibilidad) y la población presenta características (tanto ligadas a su estructura como a su dinámica) que la diferencian e impiden considerarla como un simple agregado estadístico sin atributos, hecho que explica la necesidad de abordar ambos aspectos conjuntamente.

El análisis de la vulnerabilidad desde la perspectiva metodológica que proporciona la lógica difusa y la aplicación del método multicriterio ha permitido constatar unos fortísimos desequilibrios demo-espaciales: los diferentes grados identificables en cuanto a vulnerabilidad demográfico-territorial evocan distintos planos de asimetría territorial que se muestran a partir de realidades contrastadas con grados de transición difusos entre los extremos. En nuestro país la vulnerabilidad se muestra muy polarizada en el plano demográfico y muy graduada en el territorial y, a partir de ambas perspectivas, se han configurado los patrones demo-espaciales de la España actual y se han puesto de relieve los rasgos en relación a la menor vulnerabilidad de la España costera frente a la mayor vulnerabilidad del interior, así como de los sistemas urbano-metropolitanos frente a los espacios rurales y de montaña. A otra escala, contrasta en el seno de las grandes áreas metropolitanas la contraposición entre las estructuras demográficas más regresivas y envejecidas de sus espacios centrales y las rejuvenecidas y dinámicas de sus anillos periurbanos.

Una de las fundamentales aportaciones de la propuesta metodológica no es tanto confirmar las grandes pautas de distribución de la vulnerabilidad, como poner de relieve los matices y los niveles intermedios, esto es, la diferencia de situación de áreas que en las próximas décadas pueden ser objetivos sensibles de los procesos de vulnerabilidad demográfico-territorial. En relación con ello, la expresividad de los resultados nacionales se hace patente también a escala intra-regional, constituyendo un destacado punto de partida para la toma de decisiones en materia de despoblación en nuestro país.

En suma, los desequilibrios territoriales han de ser medidos a partir de métodos que vayan más allá de la simple superficie geográfica y el número de habitantes, porque entendemos que este procedimiento conlleva fuertes limitaciones metodológicas. En esta investigación los parámetros población y territorio se han articulado en torno a la vulnerabilidad como concepto-eje y al análisis multicriterio como vía metodológica. Esta vulnerabilidad ha sido definida en el plano teórico, medida en el plano estadístico y determinada cartográficamente a fin de diagnosticar con rigor la actual realidad demo-espacial española y pretende servir de base a las respuestas que se deben plantear para afrontar su futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Ábalos, M., & Paredes, D. (2014). Una modificación al método varimax para delimitar Regiones Urbanas Funcionales usando la vecindad espacial. *Investigaciones Regionales*, 30, 103-126. <http://www.aacr.org/images/ImatgesArticles/2014/12/05Abalos.pdf>
- Alguacil, J., Camacho, J., & Hernández, A. (2014). La vulnerabilidad urbana en España. Identificación y evolución de los barrios vulnerables. *Empiria Revista de metodología de Ciencias Sociales*, 17, 73-94. <http://revistas.uned.es/index.php/empiria/article/view/10863/10970>
- Ayuda, M. I., Collantes, F., & Pinilla, V. (2010). Long-run regional population disparities in Europe during modern economic growth: a case study of Spain. *Journal The Annals of Regional Science*, 44(2), 273-295. https://www.researchgate.net/publication/225112454_Long-run_regional_population_disparities_in_Europe_during_modern_economic_growth_A_case_study_of_Spain
- Azcárate, M. V., Cocero, D., García-Lázaro, F. J., Muguruza, C., & Santos, J. M. (2014). *Pautas del modelo de crecimiento urbano actual en el marco de la ciudad difusa: rasgos básicos en las principales aglomeraciones urbanas españolas*. http://www.geogra.uah.es/simurban1/PDF/pdf_2012/primer_capitulo.pdf

- Camarero, L. (2009). *La Población rural de España. De los desequilibrios a la sostenibilidad social*. Obra Social Fundación la Caixa.
- CES (2018): *El medio rural y su vertebración social y territorial*. Colección de informes. Consejo Económico y Social de España. [http://www.datosdelanzarote.com/Uploads/doc/Informe-sobre-el-Medio-Rural-y-su-vertebraci%C3%B3n-social-y-territorial-\(2018\)-20180621131520465Medio-Rural.pdf](http://www.datosdelanzarote.com/Uploads/doc/Informe-sobre-el-Medio-Rural-y-su-vertebraci%C3%B3n-social-y-territorial-(2018)-20180621131520465Medio-Rural.pdf)
- Collantes, F., & Pinilla V. (2011). *Peaceful surrender. The depopulation of rural Spain in the Twentieth Century*. Cambridge: Cambridge Scholar Publishing.
- Collantes, F., Pinilla, V., Sáez, L. A., & Silvestre, J. (2014). Reducing de population in rural Spain: the impact of immigration. *Population, Space and Place*, 20(7), 606-621.
- Costanza, R., Groot, R., Sutton, P., Van der Ploeg, S., Sharolyn, J. A., Kubiszewski, I., Farber, S., & Turner, K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152-158. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>
- Comisión Europea (2008). *Document de travail des services de la Commission. Régions 2020. Évaluation des défis qui se poseront aux régions de l'UE*. Comisión Europea. https://ec.europa.eu/regional_policy/fr/information/publications/studies/2008/regions-2020-an-assessment-of-future-challenges-for-eu-regions
- De Cos, O., & Reques, P. (2005). Los cambios en los patrones territoriales de la población española (1900-2001). *Papeles de Economía española*, 104, 167-192.
- De Cos, O., & Reques, P. (2006). Modernización económica y cambios demográfico-territoriales en España (periodo 1900-2001). *Revista de Demografía Histórica*, 24(1), 25-56.
- De Cos, O. (2007). SIG y evaluación multicriterio: propuesta metodológica para cuantificar el grado de metropolización en el territorio. *Mapping interactivo*, 116, 6-12.
- De Cos, O., & Usobiaga, E. (2016). Exploración de nuevos planteamientos metodológicos para la estimación a escala intraurbana de población vulnerable. In: J. Domínguez, & R. Díaz, (Eds.). *Actas del XV Congreso de la Población Española* (545-559). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Del Romero, L. (2018). *Despoblación y abandono de la España rural: el imposible vencido*. Tirant Lo Blanch.
- Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). <http://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2007/2/oj>
- Eastman, R. (1999). Multicriteria Evaluation and GIS. In: P. Longley, M. F. Goodchild, D. J., Maquire, & D. W. Rhind (Eds.), *Geographical information systems* (493-502). John Wiley, & Sons Inc.
- European Parliament (2006). *Sparingly populated and under-populated areas*. Bruxelles: EPRS, European Parliamentary Research Service. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/586632/EPRS_BRI\(2016\)586632_ES.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/586632/EPRS_BRI(2016)586632_ES.pdf)
- FEMP (2017). Listado de medidas para luchar contra la despoblación en España. Documento de acción. Comisión de Despoblación. http://www.femp.es/sites/default/files/multimedia/documento_de_accion_comision_de_despoblacion_9-05-17.pdf
- Franch, X., Marti-Henneberg, J., & Puig, J. (2013). Un análisis espacial de las pautas de crecimiento y concentración de la población a partir de series homogéneas: España (1877-2001). *Investigaciones Regionales*, 25, 43-65. http://www.aecr.org/images/ImatgesArticles/2013/5/3_Franch.pdf

- García Coll, A., & Sánchez Aguilera, M. D. (2001). Las estadísticas demográficas: entre el orden y el caos. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 31, 87-109.
- Goerlich, F. J., Reig, E., & Cantarino, I. (2016). Construcción de una tipología rural/urbana para los municipios españoles. *Investigaciones Regionales*, 35, 151-173.
http://www.aecr.org/images/ImatgesArticles/2016/11/7_goerlich.pdf
- Goerlich, F. J., & Cantarino, I. (2013). Geodemografía: coberturas del suelo, sistemas de información geográfica y distribución de la población. *Investigaciones Regionales*, 25, 165-191.
http://www.aecr.org/images/ImatgesArticles/2013/5/8_Goerlich.pdf
- Goerlich, F. J., & Mas, M. (2008). Algunas pautas de localización de la población española a lo largo del siglo XX. *Investigaciones Regionales*, 12, 5-33.
<http://www.aecr.org/images/ImatgesArticles/2008/01%20Goerlich.pdf>
- Gómez, M., & Barredo, J. I. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Segunda edición. Alfaomega Ra-Ma.
- Gómez, J., & Mata, R. (1992). Repoblaciones forestales públicas desde 1940. Objetivos, criterios y resultados. *Agricultura y Sociedad*, 65, 15-64.
- Gómez, D., & Gómez, A. (2013). *Ordenación Territorial*. Mundi Prensa.
- Jonard, F., Lambotte, M., Ramos, F., Terres, J. M., & Bamps, C. (2009). Delimitations of rural areas in Europe using criteria of population density, remoteness and land cover, *JRC Scientific and Technical Report. EUR23757EN*.
[http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC49927/reqno_jrc49927_rural_typologies_final_report\[1\].pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC49927/reqno_jrc49927_rural_typologies_final_report[1].pdf)
- Méndez, R. (2015). Crisis, vulnerabilidad y nuevas desigualdades territoriales en España. *Sistema*, 239, 45-63.
- Molina, M. (2019). Dimensión territorial de la despoblación. Aproximación al papel de las políticas públicas en un entorno europeo. In: J. Farinós, J. F. Ojeda, & J. M. Trillo (Eds.), *España: Geografías para un Estado posmoderno* (153-172). AGE.
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. <http://volaya.github.io/libro-sig/>
- Pászto, V., Brychtová, A., Tuček, P., Marek, L., & Burian, J. (2015). Using a fuzzy inference system to delimit rural and urban municipalities in the Czech Republic in 2010. *Journal of Maps*, 11(2), 231-239. DOI: <https://doi.org/10.1080/17445647.2014.944942>
- Pérez Esparcia, J. (1988). Infraestructuras de transporte y su relación con los cambios demográficos y el desarrollo económico en España (1960-1985). *Estudios geográficos*, 49(192), 381-398.
- Recaño, J. (2017). La sostenibilidad demográfica de la España vacía. *Perspectives Demographiques*, 7, 1-4.
- Reig, E., Goerlich, F.J., & Cantarino, I. (2016). *Delimitación de áreas rurales y urbanas a nivel local. Demografía, Coberturas del Suelo y Accesibilidad*, Fundación BBVA.
http://www.grupobbva.com/TLFU/dat/DE_2016_IVIE_delimitacion_areas_rurales.pdf
- Reques, P., & De Cos, O. (2013). Los difusos límites del espacio urbano-metropolitano en España. *Ciudad y territorio: Estudios territoriales*, 176, 267-280.
- Rodríguez-Domenech, M. A. (2016). Vulnerabilidad demográfica en las regiones europeas NUTs-2. El caso de Castilla La Mancha. *Papeles de Población*, 22(69), 165-200.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252016000300165#B22

- Rubiera, F. (2006). *Ciudades, crecimiento y especialización territorial. Dinámicas espaciales de concentración del empleo y la población en España*. Consejo Económico y Social de España. <https://ria.asturias.es/RIA/bitstream/123456789/4002/1/Publicacion.pdf>
- Rubiera, F., González, V. M., & Pérez, J. L. (2016). Urban sprawl in Spain: differences among cities and causes. *European Planning Studies*, 24, 207-226. <http://dx.doi.org/10.1080/09654313.2015.1080230>
- Victoria, A. M. (2011). Integración vertical para la cadena de valor en los agronegocios. *Revista de estudios agrarios*, 49, 71-95. http://pa.gob.mx/publica/rev_49/An%Elisis/integracion_vertical_Mar%EDa_Adriana_Victoria.pdf

ORCID

Olga de Cos <https://orcid.org/0000-0002-2245-5378>

